

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль технические системы в агробизнесе

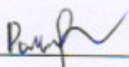
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Совершенствование технологии послеуборочной
обработки зерна с разработкой воздушно-ситового
сепаратора

Шифр: 35.03.06.221.21.

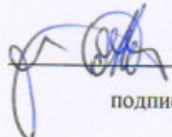
Студент группы Б272-04у с группы


подпись

Романов С.Н.
Ф.И.О.

Руководитель

доцент
ученое звание

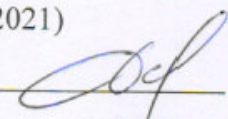

подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от 03.03 2021)

Зав. кафедрой

доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

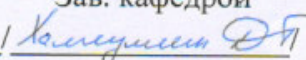
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль: Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

 / 
« 22 » февраль 20 21 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Романову Сергею Николаевичу

Тема ВКР Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой воздушно-ситового сепаратора

утверждена приказом по вузу от «22» февраля 2021 г. № 51

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 03.03.21 г.

3. Исходные данные: Результаты преддипломной практики, научно-техническая литература, каталоги оборудования, инструкции по эксплуатации.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна; анализ современных конструкций воздушно-ситовых сепараторов; разработка схемы и конструкции воздушно-ситового сепаратора с учетом недостатков существующих; технологические и конструктивные расчеты предложенных технологии и конструкции; разработка мероприятий по охране окружающей среды; разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности, в том числе применение производственной гимнастики (физической культуры) на производстве;

технико-экономическая оценка разработанной конструкции воздушно-ситового сепаратора.

5. Перечень графических материалов: Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна (1 лист); предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна (1 лист); анализ существующих конструкций воздушно-ситовых сепараторов (1 лист); конструкторская часть (4 листа).

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания: 22.01.2021 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор	февраль 2021 г.	
2	Технологическая часть	февраль 2021 г.	
3	Конструкторская часть	февраль 2021 г.	
4	Чертежи и плакаты	март 2021 г.	
5	Предварительная защита на кафедре	март 2021 г.	

Студент В.И. Романов (С.Н. Романов)

Руководитель ВКР А.В. Дмитриев (А.В. Дмитриев)

Введение

Пневмосепарирование зернового сырья необходима для отделения от неё минеральных и органических примесей в процессе работы. В процессе отделения от нее разных примесей применяют способ морфологий и физических показателей, т. е. учитывают его параметры: размер, плотность, шероховатость и др.

Современный анализ ученых в данной области показал, что исходные зерновые культуры, которые поступают на зерноочистительные пункты, не всегда соответствуют требуемым стандартам.

Этап послеуборочной обработки зерна является одной из важнейших технических задач. Так как на этом этапе осуществляется одна из важнейших операций – сепарирование с последующим разделением от зернового материала легких примесей.

В современных зерноочистительных комплексах данную операцию проводят со следующей целью:

- очистка от перерабатываемого продукта легких, мелких и других примесей;
- фракционирование зерна по нескольким показателям

В процессе сепарирования можно разделить зерно по признакам и свойствам.

В связи с этим целью выполнения выпускной квалификационной работы является то, что на основании изученного материала работы, разработать конструкцию воздушно-ситового сепаратора. Рассчитать ее конструктивные параметры, разработать мероприятия по технике безопасности и по охране труда, провести технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения

Перерабатываемый материал, поступающий на начальный этап очистки, содержит в себе исходную смесь, в которой содержится сама зерновая культура (пшеница), сорные, минеральные, органические и металломагнитные примеси.

Процесс послеуборочной очистки любой зерновой культуры включает в себя предварительную очистку, ситовое, воздушно-ситовое и воздушное сепарирование в зависимости от технологических и физико-механических характеристик зерна.

Предварительная очистка зерна представляет собой отделение посторонних минеральных, сорных и органических примесей от исходного перерабатываемого продукта.

Ситовое и воздушно-ситовое сепарирование включает в себя разделение зерна после предварительной очистки по фракциям, которые будут отличаться физико-механическим свойствам и геометрическим параметрам.

Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, позволяет говорить о том, что существующие технологии их переработка соответствует традиционным стандартам качества. При этом, используемые на практике технологические операции довольно сложны и энергоёмки, а оборудование выполняющее весь процесс гидротермической обработки обычно очень дорогое. В то же время выход готовой продукции и ее качество с точки зрения пищевой ценности не всегда соответствует стандартам качества, которые присущи зерну.

Поэтому использование новых технологических решений должно привести к снижению затрат на ее переработку, уменьшению себестоимости

на единицу продукции, повышению качества получаемого продукта, эффективному использованию зерна и продуктов его переработки, разработке современных механизмов и машин, энергосберегающих технологий для переработки зерна, а также создания нового ассортимента продуктов питания с направленным изменением его химического состава.

Процесс разделения зерна от легких примесей или пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, которые оказывают отдельные частицы исходного продукта потоку воздуха, которое обусловлено их аэродинамическими показателями.

Калибрование или сортирование применяется в процессе распределения исходного перерабатываемого материала на соответствующие фракции, которые схожи по форме и геометрическому размеру.

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Для качественного от зерна от примесей необходима качественная работа ситового механизма. В процессе работы при увеличении скорости вибрирования сит заметно увеличивается самосортирование, а при уменьшении происходит просеивание.

Одним из главных факторов влияния на производительность таких сепараторов является засоренность ячеек ситового механизма, что необходимо учитывать при анализе и создании новых зерновых сепараторов.

1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

1.2.1 Универсальный зерно - и семяочистительный агрегат по патенту РФ 2551091

Технологический процесс обработки сырой гречихи следующий:

- Приемка
- очистка
- сушка
- взвешивание
- сепарирование
- пропаривание
- паровая сушка
- фракционирование на отсевах
- шелушение и шлифование
- сортирование на отсевах
- провеивание
- полирование
- магнитный контроль
- накопительный бункер
- весовое дозирование
- затаривание в мешки (по 50 кг)
- хранение
- отпуск готовой продукции

Гречиха поступающая с полей взвешивается в автовесах, потом его размещают в отремонтированный, чистый и дезинфицированный склад. В зерноочистительных машинах семена гречихи освобождаются как от сорной, так и от зерновой примеси. Если влажность гречихи более 14,5%, то его подвергают сушке ($t=80-100\%$)/

Очищенные семена поступают на цех по переработки крупы.

Взвешенные на весах семена гречихи очищаются от примесей:

- от минеральных - в камнеотделительных машинах
- от металломагнитных - в магнитных сепараторах
- от легких примесей - в пневмосепараторах.

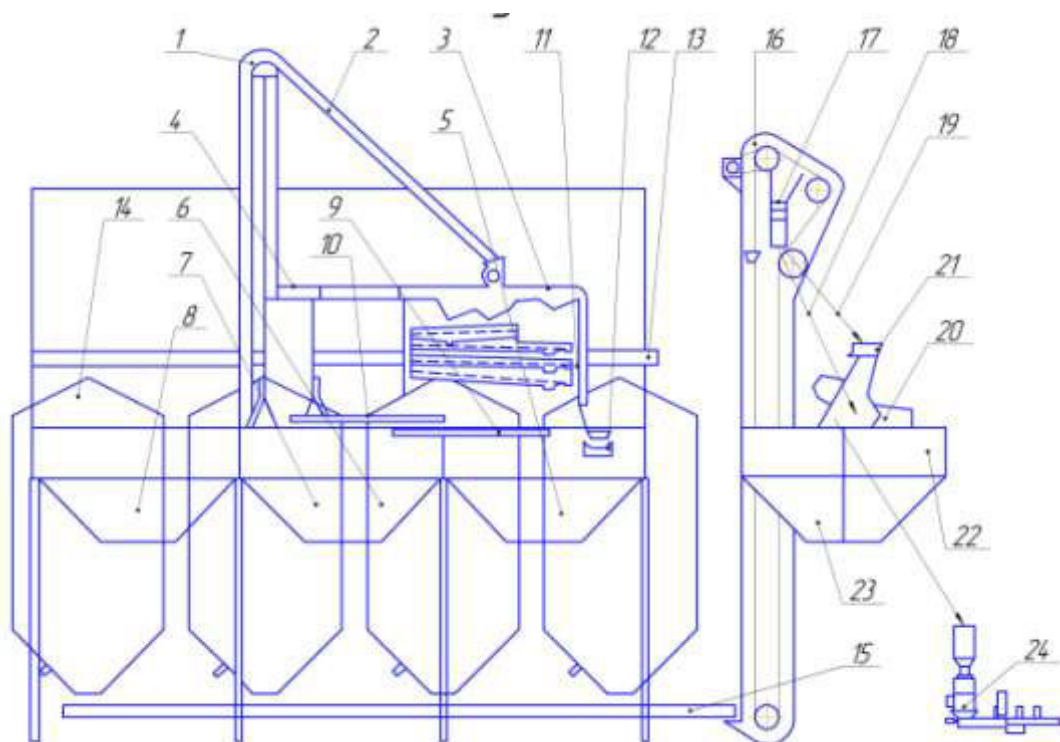
После сепарирования гречиху направляют на рассев для отбора трудноотделимых примесей. Потом для снятия оболочек с зерна гречиху направляют в шелушитель. Затем ядрица с проделом пропускают в решетный стан, который делит крупу на сорта – ядрица и продел. В процессе послеуборочной обработки и хранения; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением, доведение до кондиционной влажности до 15 % с помощью пара, температура которого более 1000С. Отходы и недошелушенные семена, которые образуются после шелушения. Отсортированные зерна гречихи самотеком направляются в бункер для затаривания.

Полученное тепло из парогенератора, с давлением до 1 МПа движется по технологической линии в патрубок эжекторного механизма. Получение насыщенного пара производят в парогенераторе, где в качестве нагревательного элемента используют вторую секцию конденсатора 2-й ступени теплового насоса. Полученный в парогенераторе насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки подают соответственно в пропариватель. Подпитку парогенератора осуществляют конденсатом, образовавшимся в испарителе 2-й ступени теплового насоса, который вначале отводят в сборник конденсата, а затем через вторую секцию конденсатора 1-й ступени направляют насосом в парогенератор. Охлаждение

высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель.

Основными недостатками является устаревшие машины и аппараты для переработки зерна гречихи в крупу. Основные механические действия осуществляются вручную, что приводит к большим временным и трудовым затратам.

Рассматриваемая технологическая линия включает в себя два отделения первичной и вторичной очистки. В отделении первичной очистки расположены ёмкости 5, 6 и 7 для сбора выделенных парий зерна по фракциям насыщенным паром, после чего питателем направляют в бункеры для термовлаговывравнивания.



1 – приёмное устройство; 2 – самотечное устройство; 3 – воздушно-решетная машина; 4 – циклон; 5 – бункер очищенного зерна; 6 – бункер фуражного зерна; 7 – бункер неиспользуемых отходов; 8 – бункер резерва; 9 – шнек; 10 – шнек; 11 – направляющий клапан; 12 – ленточный транспортер; 13 – верхний ленточный транспортер; 14 – силос; 15 – нижний ленточный транспортёр; 16 – тихоходная нория; 17 – делитель потока зерна; 18, 19 – самотечные устройства; 20 – пневмосортировальный стол; 21 – фотосепаратор; 22 – бункер очищенного зерна; 23 – бункер фуражного зерна; 24 – участок затаривания семян.

Рисунок 1.1 – Универсальный зерно - и семяочистительный агрегат по патенту РФ 2551091

Рассматриваемая технологическая линия работает по следующему принципу. Партия зернового материала из загрузочной ямы норией 1 подается на самотечное устройство 2, которые подает его в загрузочный бункер сито-воздушного сепаратора 3. В сито-воздушном сепараторе происходит фракционирование зерна по размерам. Его нагрев в виброкипящем слое воздухом, подаваемым вентилятором. Далее зерно направляют в сушилку, где происходит его сушка перегретым паром в кипящем слое, а затем подают в камеру охлаждения.

Разделенная на решетках зерновая смесь может направляться с помощью направляющего клапана 11 на ленточный транспортер 12 или в бункер для очищенного зерна 5.

Зерно, направляемое в бункер 5 в основном, применяется, для продовольственных целей. При таком режиме работы его подают в испаритель 2-й ступени двухступенчатого теплового насоса. В испарителе температуру воздуха доводят до температуры «точки росы» за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель терморегулирующим вентилем 2-й ступени и далее вентилятором направляют для подогрева в первую секцию 1-й ступени теплового насоса, после которого подают на предварительный подогрев зерна в камеру в режиме замкнутого цикла. Подогрев воздуха в конденсаторе происходит за счет теплоты конденсации хладагента.

Двигающаяся в вертикальном положении нория 16 подает семенной материал в делитель потока 17, который двумя потоками самотечных устройств 18 и 19 выгружает его.

Процесс разделения зерна от легких примесей или пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, которые оказывают отдельные частицы исходного продукта потоку воздуха, которое

обусловлено их аэродинамическими показателями.

Калибрование или сортирование применяется в процессе распределения исходного перерабатываемого материала на соответствующие фракции, которые схожи по форме и геометрическому размеру.

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

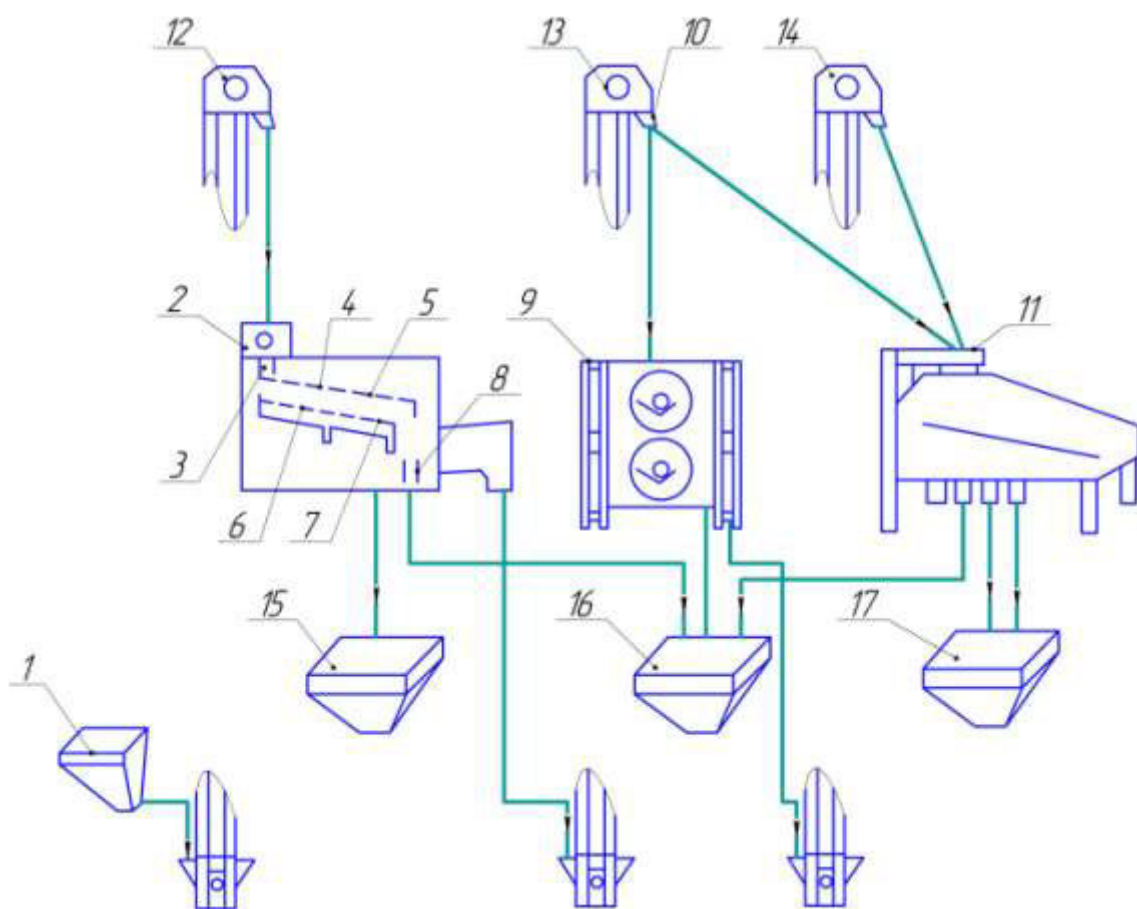
При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Получение насыщенного пара производят в парогенераторе, где в качестве нагревательного элемента используют вторую секцию конденсатора 2-й ступени теплового насоса. Полученный в парогенераторе насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки подают соответственно в пропариватель.

Подпитку парогенератора осуществляют конденсатом, образовавшимся в испарителе 2-й ступени теплового насоса, который вначале отводят в сборник конденсата, а затем через вторую секцию конденсатора 1-й ступени направляют насосом в парогенератор. Охлаждение высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель.

1.2.2 Семяочистительная линия по патенту РФ 2609248

Семяочистительная линия включает фракционную двухаспирационную воздушно-решетную машину с системами для дорешетной очистки зернового вороха от легковесных примесей и послерешетной - для выделения биологически неполноценных зерновок. Линия снабжена решетными станами с двухъярусным расположением решет и устройствами для вывода мелких засорителей фуражной фракции и полноценного зерна. Также линия содержит триерный блок для выделения длинных примесей в овсюжном и коротких – в кукольном триерах, а также нория, которая необходима для подачи перерабатываемого продукта в сито-воздушную машину, триеры и стол для пневмосортирования.



1 - завальная яма; 2 - фракционная воздушно-решетная машина; 3 - дорешетный аспирационный канал; 4,5 - верхний ярус решет; 6 - подсевное решето; 7 - сортировальное решето; 8 - послерешетный аспирационный канал; 9 - триерный блок; 10 – делитель; 11 -

пневмосортировальный стол; 12,13,14 - подъемно-транспортирующие устройства; 15 - бункер отходов; 16 - бункер фуражного зерна; 17 - бункер чистого зерна.

Рисунок 1.2 – Семяочистительная линия по патенту РФ 2609248

Семяочистительная линия работает следующим образом: исходная зерновая смесь, содержащая зерновки основной культуры и различные засорители, поступает в завальную яму 1 и далее норией 12 подается во фракционную двухаспирационную воздушно-решетную машину 2, в которой воздушный поток в аспирационном канале 3 отделяет легкие засорители. Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Оставшаяся часть зернового вороха поступает в норию, на выходе из которой установлен делитель, который в зависимости от состава вороха может подать его на триерный блок или пневмостол.

В последнем случае из технологического процесса исключается триерный блок и одна нория, что способствует снижению травмирования зерна при послеуборочной обработке.

Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер технологической линии и вертикально расположенной норией загружается в бункер активного вентилирования. При работе линии часть зерна остается в бункере, а другая половина дозированно подаётся в семяочистительную машину, которая параллельно соединена с триером. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной норией направляется в два бункера активного вентилирования, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями. Обработка зерна происходит водой и образовавшимся паром, поэтому есть необходимость использования двух установок, что способствует экономии пара и проведения операции гидротермической обработки в два этапа. То есть, насыщенный пар из установки после обработки в течении 3...5 минут. Подверженное двухстадийной обработке зерно из установки дозированно подается в отволаживающий агрегат. Процесс отволаживания заключается в доведении зерна до влажности 15...18%.

Ворох попадает по зернопроводам 19 и 34 с выхода нории промежуточной 5 на вход второй нории промежуточной 7, где далее он подается на триерный блок 8 или в бункер чистого зерна 13.

Ворох же, которому необходима предварительная очистка, или ворох, прошедший уже очистку на машине 4, подается по зернопроводу 16 на вход промежуточной нории 5 с помощью установленного в соответствующее положение перекидного клапана 28, где после подается в машину воздушно-решетной очистки и сортирования 6. Если вороху после обработки на машине предварительной очистки 4, не требуется последующая первичная очистка на машине воздушно-решетной очистки 6, то он подается по зернопроводу 35 сразу на вход второй промежуточной нории 7 с помощью клапана 28, переключенного в соответствующее положение.

Данная линия способствует повышению качества зерна и выход зерна 1-го класса.

Эта линия для послеуборочной обработки семян зерна имеет следующий принцип работы. В приемное устройство 1(например, в приемный бункер или завальную яму) свежесобранная зерновая масса разгружается из автотранспорта с помощью разгрузчика либо самостоятельно, а оттуда - в машину предварительной очистки.

1.3 Анализ существующих конструкций ситовых сепараторов

Этап сепарирования перемещающегося сыпучего материала заключается в одновременном выполнении нескольких операций. Первоначальный этап — самосортирование — частички наименьшего объема, со огромной плотностью, наименьшим коэффициентом внутреннего трения также со комфортной обтекаемой конфигурацией передвигаются с верхних слоев во внутренние также добиваются плоскости сита. Второй этап — непосредственно очищение материала — совершается при условии перемещения их согласно ситу.

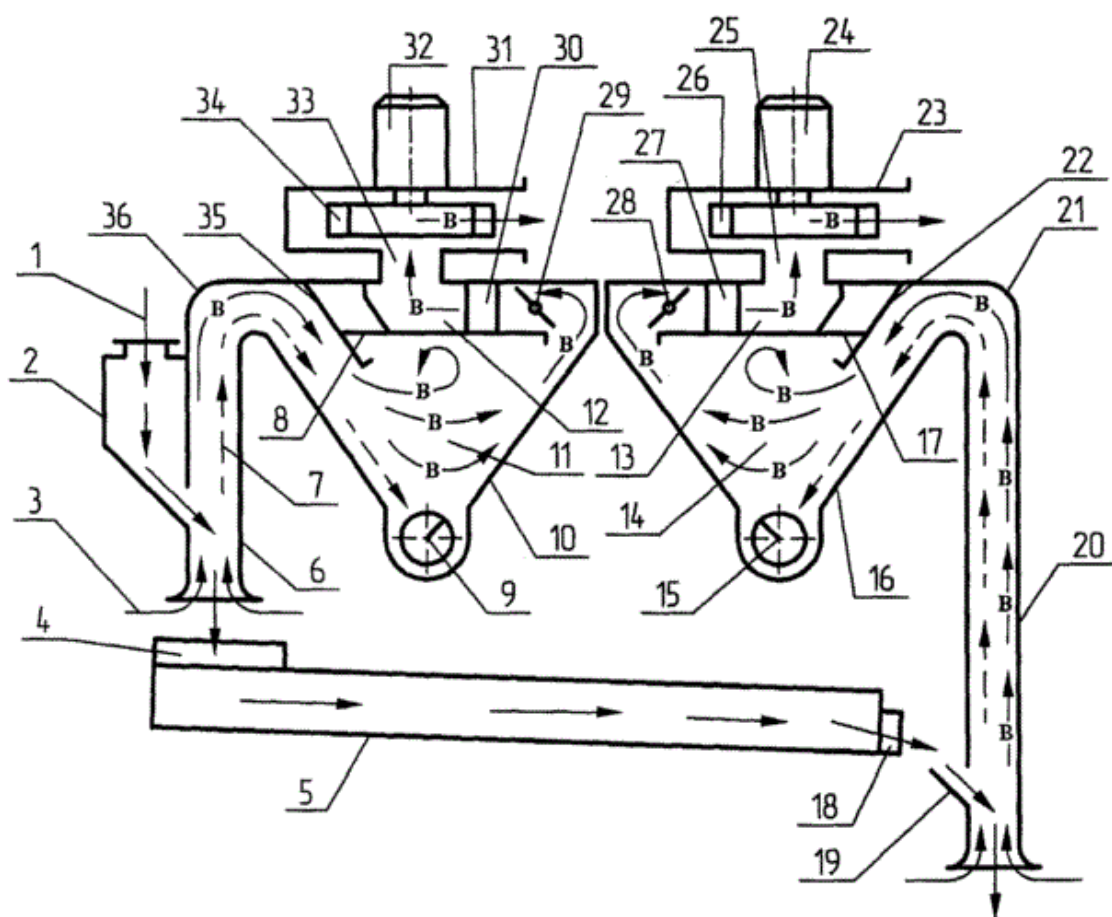
Многоситовые сепараторы, используемые во перерабатывающей промышленности, систематизируют в соответствующее разнообразие.

1. Согласно системы многоситовой плоскости: со тонкими также вращающимися ситами. Механизмы со вращающимися ситами имеют все шансы являться со горизонтальной также отвесной осью вращения рабочего органа.

Рассмотрим зерноочистительную машину по патенту №2737927, который содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решета с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решета с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство,

выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузором так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по траектории 1 поступает в приемный бункер 2 и из него в воздушный канал 6 для очистки зерна воздухом до решет. За счет разряжения, создаваемого вентилятором 31 воздух по траектории 3 движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории 7 движется с ними в осадочную камеру 10 направляемый плоскостью 35 в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры 10. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком 9 выводятся за ее пределы. Благодаря перегородке 8 отделяющей рабочий объем осадочной камеры 11 от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждаёт легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства - пневмосепаратирующей системы зерноочистительной машины. Рабочий орган размещен в корпусе и выполнен в виде двух подвижных шелушильных полусфер, наружная поверхность которых покрыта футерованным эластичным материалом. Причем подвижные шелушильные полусферы установлены на направляющих стойках, имеющих ограничители, и соединены пружинами, размещенными в стаканах с валом.



1 - траектория движения зерна; 2 - приемный бункер; 3 - траектория движения воздуха; 4 - вход зерна в решетную часть; 5 - решетная часть зерноочистительной машины; 6 - воздушный канал для очистки зерна до решет; 7 - траектория движения легких примесей; 8 -перегородка; 9 - шнек; 10 - осадочная камера воздушного канала очистки зерна до решет; 11 - рабочий объем осадочной камеры; 12 - конфузор; 13 - конфузор; 14 - рабочий объем осадочной камеры; 15 - шнек; 16 - осадочная камера воздушного канала очистки зерна после решет; 17 - перегородка; 18 -выход зерна из решетной части; 19 - вход во второй воздушный канал; 20 -воздушный канал для очистки зерна после решет; 21 - отвод; 22 -направляющая плоскость; 23 - вентилятор; 24 - двигатель; 25 - патрубок; 26 - крыльчатка; 27 - устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале очистки зерна после решет; 28 - дроссель-клапан; 29 -дроссель-клапан; 30 - устройство выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале очистки зерна до решет; 31 - вентилятор; 32 - двигатель; 33 - патрубок; 34 - крыльчатка; 35 - направляющая плоскость; 36 - отвод.

Рисунок 1.3 - Зерноочистительная машина по патенту №2737927

Очищенный таким образом воздух через конфуз 12, проходя через дроссель-клапан 29, выравнивающее устройство 30, затем через патрубок 33

поступает в вентилятор 31. А зерно, очищенное в воздушном канале 6 попадает в решетную часть сепаратора 5 через вход 4, а после очистки зерна в ней решетками, через выход 18, подается на вход 19 и через него в воздушный канал 20, служащий для очистки зерна воздухом после решет.

Процесс воздушной очистки зерна в воздушном канале 20 и движение воздуха в осадочной камере 16, конфузоре 13, создаваемое вентилятором 23, происходит аналогично процессам, протекающим в воздушном канале 6, осадочной камере 10, шнеке 9, конфузоре 12 и вентиляторе 31.

Недостатки: низкая производительность по сравнению с другими машинами, высокая металлоёмкость и энергоёмкость.

Далее рассмотрим сепаратор предварительной очистки по патенту РФ 2559969.

Сепаратор предварительной очистки включает решетный цилиндр с перфорированной поверхностью с горизонтальной осью вращения, закрепленной консольно. Решетный цилиндр имеет пластину с отверстиями для установки съемных решет различной размерностью ячейки просвета и выполнен со стягивающими прутками, установленными по бокам во внутренней части решетного цилиндра на ушках. Решетный цилиндр имеет приваренную на внутренней поверхности сходовой части винтообразную лопасть из листовой стали высотой не менее $d \cdot 5,75 \geq 80$ мм и с шагом не менее 100 мм. Над корпусом сепаратора расположена аспирационная камера, состоящая из приемной воронки, загрузочного бункера, шнека выгрузки отходов, выгрузного клапана, вентилятора низкого давления и циклона.

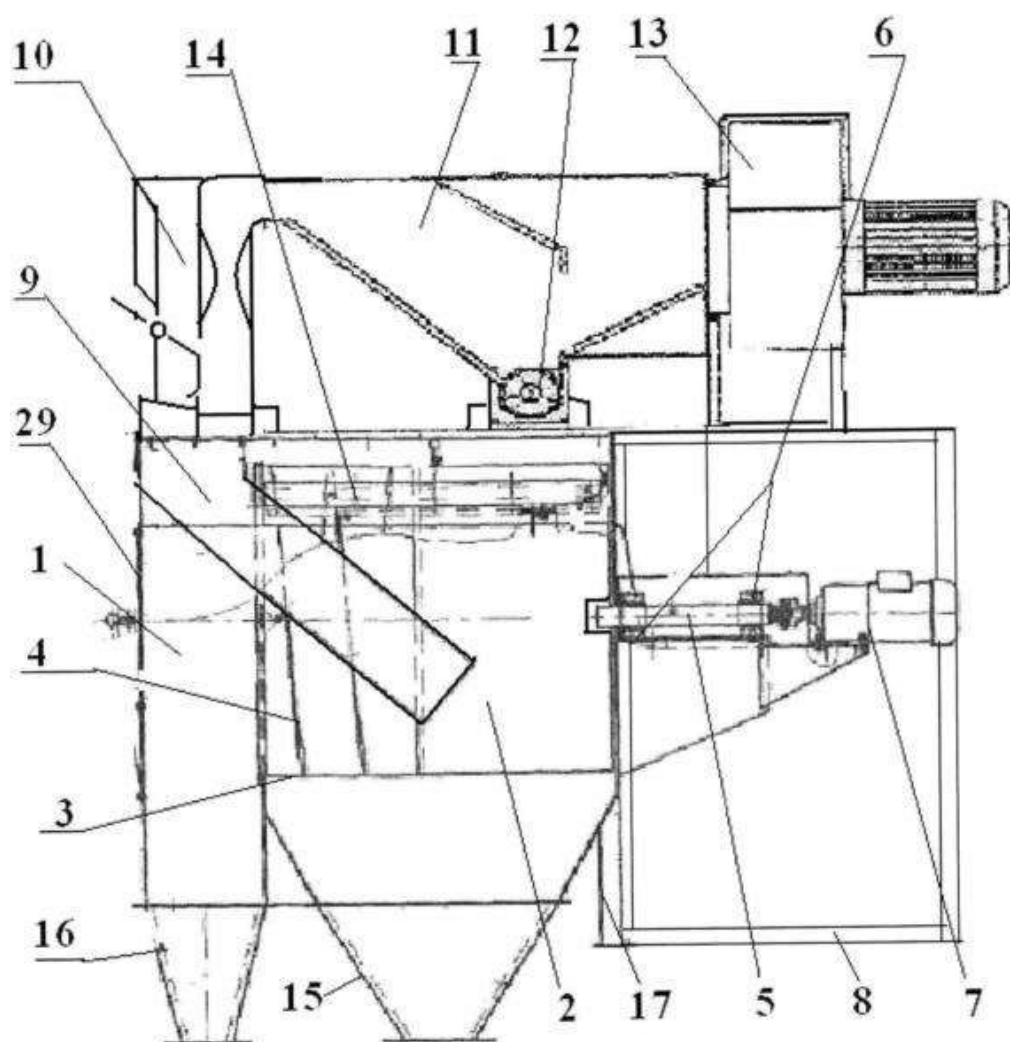
Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство,

выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузором так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по траектории поступает в приемный бункер и из него в воздушный канал для очистки зерна воздухом до решет. За счет разрежения, создаваемого вентилятором воздух по траектории движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории движется с ними в осадочную камеру направляемый плоскостью в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком выводятся за ее пределы. Благодаря перегородке отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждаёт легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства -пневмосепарирующей системы зерноочистительной машины.

Пневмосистема машины включает в себя загрузочное устройство, первый 2, второй 3 с перегородкой 4 пневмосепарирующие каналы, питающий валик 5 первого канала, 8 питающий валик 6 второго канала, вентилятор 7, расположенный за каналами, осадочная камера 8, пылеуловитель 9, выгрузные устройства 10 и 11, заслонки 12, 13, 14 [5].

Вентилятором 13 формируется восходящая воздушная завеса, необходимая для дифференциации зернового вороха в канале.



1 – корпус; 2 – решетный цилиндр; 3 - съемное решето; 4 – винтообразная лопасть; 5 – приводной вал; 6 – подшипниковая опора; 7 – мотор-редуктор; 8 – рама; 9 – наклонный лоток; 10 – загрузочный бункер; 11 – аспирационная камера; 12 – шнек; 13 – вентилятор; 14 – щётка-очиститель; 16 – выгрузное отверстие; 15 – приёмник; 17 – стойка; 18 – приёмная воронка; 19 – циклон; 20 – клапан; 21,22 – торцевые диски; 23 – втулки; 24 – боковой диск; 25,26 – прутки; 27 – пластина; 28 – ушко; 29 – съёмная крышка.

Рисунок 1.4 - Сепаратор предварительной очистки по патенту РФ2559969

Для аккумуляции тяжелых примесей (щуплого зерна, шелухи и т.п) и выноса в корпусе аспирации устанавливается шнек 12, приводящийся в движение от электродвигателя ременным приводом. Для эффективного функционирования аспирационной камеры 11 на выходе шнека 12 устанавливается клапан 20.

Взвешенные в воздухе частицы (пыль) вентилятором 13 выводятся в циклон 19.

Решетный цилиндр 2 приводится во вращательное движение при помощи приводного вала 5, двух подшипниковых опор 6 и соосно-цилиндрического мотор-редуктора 7. Устройство для пропаривания зерна содержит корпус с расположенным в нем парораспределителем. Корпус выполнен овальным в сечении, имеет внутреннюю парораспределительную рубашку с выходными отверстиями и перемешивающий шнек, установленный на полом вала, с выходными отверстиями для выхода пара. Витки у перемешивающего шнека выполнены разными по высоте и повторяющими форму овального корпуса. На входе в овальный корпус установлен запорный клапан. На выходе из овального корпуса конусный патрубок с конусным выгрузным шнеком выполняют функцию запорного клапана. Обеспечивается повышение качества пропаривания зерна за счет удаления застойных зон в рабочей области.

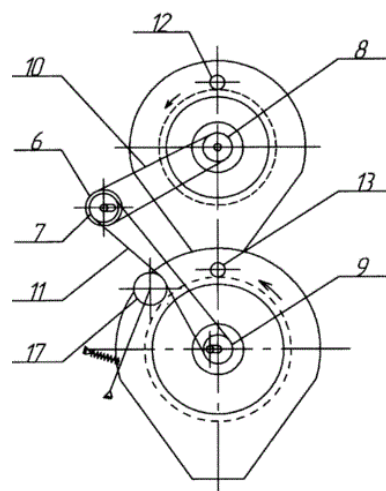
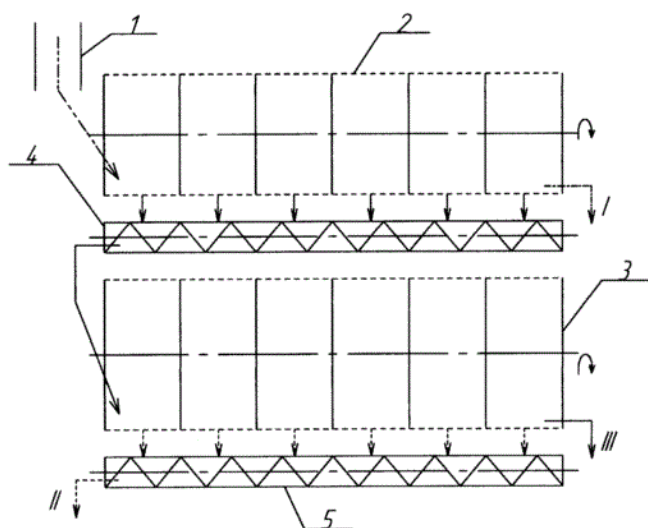
Недостатком конструкции является большие энергетические затраты.

Рассмотрим сепаратор зернового вороха по патенту РФ 2613233. Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоре так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по

траектории поступает в приемный бункер и из него в воздушный канал для очистки зерна воздухом до решет. За счет разрежения, создаваемого вентилятором воздух по траектории движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории движется с ними в осадочную камеру направляемый плоскостью в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком 9 выводятся за ее пределы. Благодаря перегородке 8 отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждает легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства - пневмосепаратирующей системы зерноочистительной машины.

Предлагаемое устройство позволяет уменьшить влияние внешних факторов (засорение поддерживающей сетки чужеродным частицами и чрезмерное засорение фильтр-элемента легкими примесями) на равномерность распределения скоростей витания компонентов зерновой смеси в восходящем воздушном потоке в течение длительного времени эксплуатации и повысить получение биологически ценных семян сельскохозяйственных культур.



1 – аспирационная камера; 2,3 – цилиндрические решета; 4,5 – шнековые транспортеры; 6,7 – ведущие звездочки; 8,9 – ведомые звездочки; 10,11 – цепь; 12,13 – устройства для очистки решет; 15 – ступица; 16 – винт; 17 – подпружиненное натяжное устройство.

Рисунок 1.5 - Сепаратор зернового вороха по патенту РФ 2613233

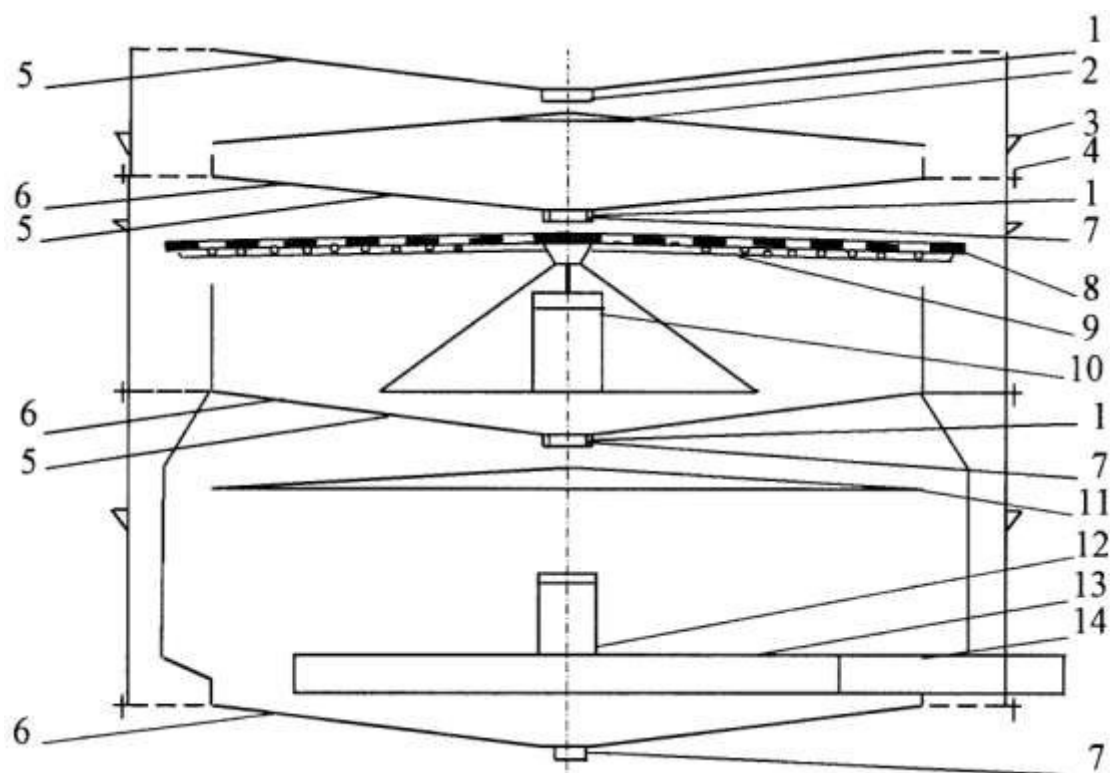
Сепаратор зернового вороха работает следующим образом. Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер технологической линии и вертикально расположенной норией загружается в бункер активного вентилирования. При работе линии часть зерна остается в бункере, а другая половина дозированно подаётся в семяочистительную машину, которая параллельно соединена с триером. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной норией направляется в два бункера активного вентилирования, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями. Обработка зерна происходит водой и образовавшимся паром, поэтому есть необходимость использования двух установок, что способствует экономии пара и проведения операции гидротермической обработки в два этапа. То есть, насыщенный пар из установки 8 после обработки в течении 3...5 минут перепускают в установку, используя оставшееся тепло на первичный разогрев зерна.

После этого зерно в установке подвергается окончательно гидротермической обработке. Подверженное двухстадийной обработке зерно из установки дозированно подается в отволаживающий агрегат. Процесс отволаживания заключается в доведении зерна до влажности 15...18%. Это говорит о том, что при влажности зерна более 18% большой выход недошелушенного зерна.

Следующий блочно-модульный сепаратор по патенту РФ 2336132 относится к сельскохозяйственному машиностроению и может быть использовано для очистки зерновых культур.

Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоров так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по траектории поступает в приемный бункер и из него в воздушный канал для очистки зерна воздухом до решет. За счет разрежения, создаваемого вентилятором воздух по траектории движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории движется с ними в осадочную камеру направляемый плоскостью в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком выводятся за ее пределы. Благодаря перегородке отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждаёт легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства -пневмосепарирующей системы зерноочистительной машины.



1 - содержит загрузочный патрубок; 2 - ветвеобразное решето; 3 - ручка для транспортировки; 4 - крепежно-фиксирующее устройство; 5 - верхнее основание корпуса; 6 - нижнее основание корпуса; 7 - разгрузочный патрубок; 8 - коническое решето; 9 - шариковую очистку; 10, 12 - электродвигатель; 11 - конус-распределитель; 13 - пылевой вентилятор; 14 - выводной патрубок .

Рисунок 1.6 - Блочно-модульный сепаратор по патенту РФ 2336132

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя — это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий

сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Рабочий орган размещен в корпусе и выполнен в виде двух подвижных шелушильных полусфер, наружная поверхность которых покрыта футерованным эластичным материалом. Причем подвижные шелушильные полусферы установлены на направляющих стойках, имеющих ограничители, и соединены пружинами, размещенными в стаканах с валом

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

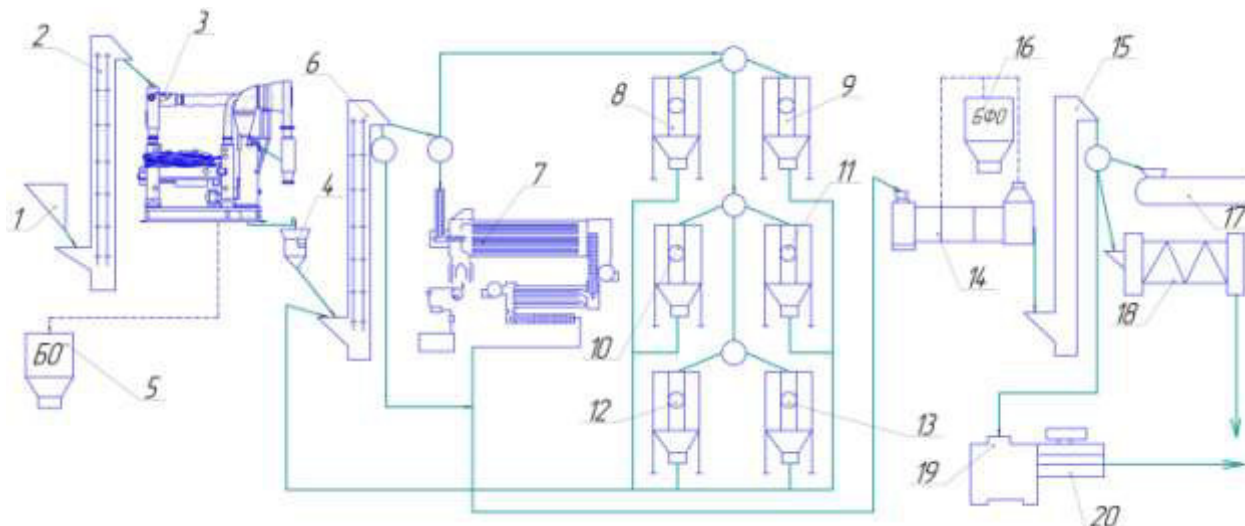
Выдержанное в бункерах 5 зерно подают в сушилку 6, где осуществляют его доведение до кондиционной влажности до 15 % с помощью пара, температура которого более 1000С. Отходы и недошелушенные семена, которые образуются после шелушения.

2 Технологическая часть

2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна

Предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна представлена на рисунке 2.1.

Предлагаемая технология предназначена для обработки семян зерновых, зернобобовых и масличных культур.



1- завальная яма; 2, 15- нории; 3- разработанный воздушно-ситовый сепаратор; 4- весы; 5- бункер отходов; 6- двухпоточная нория; 7- зерносушилка; 8 – 13- бункера активного вентилирования; 14- машина вторичной очистки «Петкус-Гигант» К-213; 16- бункер фуражных отходов; 17- ленточный транспортер; 18- протравливатель К-618; 19- весовыбойный аппарат; 20- мешкозашивочная машина.

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна представлена

Зерно с комбайнов автомашинами выгружается в бункер 1 зерноперерабатывающего комплекса, откуда по мере заполнения перерабатываемый материал вертикальной норией 3 разгружается в воздушно-ситовый сепаратор 3. Отделенная от фракций зерновая смесь

порционно взвешивается на весах 4. Исходя из технологического назначения, партия перерабатываемого материала после взвешивания на весах 4, направляется по двум линиям – в барабанную сушилку Т-663 7 или в бункер для активного вентилирования 8-13 (К-839). Доведенная до оптимальной влажности зерно из сушилки 7 направляют для окончательной очистки в агрегат «Петкус-Гигант» К-213 14. Прошедшее окончательную очистку зерно в дальнейшем затаривают в мешки 19,20 или протравливают на машине К-618 18 и направляют на хранение.

Если необходимо подготовить зерно для продовольственных целей, то её после барабанной сушилки направляют в машину вторичной очистки 14, где происходит окончательное выделение легких и минеральных примесей. Отделенная от примесей зерно норией 15 направляется в верхний цепной транспортер 17, который соединен с бункером для хранения 16.

Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоре так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по траектории поступает в приемный бункер и из него в воздушный канал для очистки зерна воздухом до решет. За счет разрежения, создаваемого вентилятором воздух по траектории движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории движется с ними в

осадочную камеру направляемый плоскостью в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком выводятся за ее пределы. Благодаря перегородке отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждает легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства -пневмосепарирующей системы зерноочистительной машины.

Исходя из выше сказанного, можно сказать то, что разработанная нами технологическая линия с новыми оборудованиями соответствует современным стандартам переработки семенного материала. В качестве нового оборудования в технологической линии применена барабанная сушильная машина Петкус. Барабанную сушильную машину Петкус в основном применяют при обеспечении качественной сушки зерна, что эффективно влияет на его хранение. Также нами предложена разработанная нами конструкция воздушно-ситового сепаратора, которая позволит качественно и эффективно отделить от зерна различных примесей.

2.2 Технологические расчеты

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки [2,3].

Валовый сбор зерна определяется по следующему выражению:

$$Q_{nl} = \sum_1^n q_i \cdot S_i , \quad (2.1)$$

где Q_{nl} - валовый плановый сбор зерна, т;

q_i - плановая урожайность культуры, т/га;

S_i - посевная площадь культуры, га;

n - число культур.

Производительность зерноочистительных машин во многом зависит от того, какие культуры очищаются.

Количество обрабатываемого зерна на зерновом агрегате определяем, учитывая физико-механические свойства зерна и обрабатываемую культуру:

$$Q_{po} = \sum Q_{nli} \cdot \frac{100 - W_{oi}}{100 - W_i} \cdot \frac{\varphi_{oi}}{\varphi_i} \cdot K_0 [1 - 0,05 (W_i - 16)] - 0,02 (10 - \varphi_i), \quad (2.2)$$

где Q_{po} - расчётная сезонная нагрузка на очистительный пункт, т;

Q_{nli} - плановый валовой сбор зерна культуры;

W_{oi} , φ_{oi} - базисная влажность и чистота зерна культуры;

W_i , φ_i - средняя фактическая влажность и чистота зерна культуры, %;

K_0 - эквивалентный коэффициент, пшеница $K_0 = 1$; для ячмень $K_0 = 0,8$; овес $K_0 = 0,7$.

Среднее поступление зерна в день определяем по формуле:

$$Q_d = \frac{Q_{po}}{\tau}, \quad (2.3)$$

где Q_d - среднее поступление зерна в день, т/день;

τ - продолжительность уборки, дней.

Максимальное поступление зерна в сутки находим по формуле:

$$Q_{dmax} = 2,6 \cdot Q_d, \quad (2.4)$$

Определим расчётную часовую производительность линии:

$$P_p \geq \frac{Q_{dmax}}{T \cdot K_{cm}}, \quad (2.5)$$

где P_p - расчётная производительность, т/ч;

T - продолжительность работы линии за сутки, ч;

K_{cm} - коэффициент использования времени смены;

Примем для расчета $T = 18ч$; $K_{см} = 0,85$.

Проведем расчеты для перерабатывающего предприятия по формулам, перечисленным выше.

В 2019 году в предприятии запланировало возделывать, например:

- яровая пшеница площадью 1000 га,
- ячмень - 600га,
- овес - 400га.

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

Находим плановый валовый сбор по формуле (2.1)

$$Q_{пл} = 1000 \cdot 2,4 + 400 \cdot 2,8 + 600 \cdot 2,6 = 10420 \text{ т.}$$

Найдем расчетную сезонную нагрузку на зерноочистительный пункт по формуле (2.2):

Пшеница:

$$Q_{про} = 1000 \cdot 2,4 \cdot \frac{100-14}{100-18} \cdot \frac{90}{98} \cdot 1 \cdot 1 - 0,05 \cdot 18 - 16 \cdot 1 - 0,02 \cdot 90 - 90 = 6241 \text{ т.}$$

Ячмень:

$$Q_{яро} = 600 \cdot 2,6 \cdot \frac{100-14}{100-20} \cdot \frac{88}{96} \cdot 0,8 \cdot 1 - 0,05 \cdot 20 - 16 \cdot 1 - 0,02 \cdot 90 - 88 = 1109 \text{ т.}$$

Овес:

$$Q_{оро} = 400 \cdot 2,8 \cdot \frac{100-14}{100-20} \cdot \frac{86}{96} \cdot 0,7 \cdot 1 - 0,05 \cdot 20 - 14 \cdot 1 - 0,02 \cdot 90 - 86 = 607 \text{ т.}$$

Всего

$$Q_{ро} = 6241 + 1109 + 607 = 7957 \text{ т.}$$

Находим среднее поступление зерна в день по формуле (2.3):

$$Q_{\partial} = \frac{7957}{28} = 284,2 \text{ т.}$$

Максимальное поступление зерна в сутки определяется по формуле (2.4):

$$Q_{\partial \max} = 2,6 \cdot 284,1 = 738,9 \text{ т.}$$

Расчетная часовая производительность определяется по формуле (2.5) :

$$\Pi_p = \frac{738,9}{18 \times 0,85} = 48,3 \text{ т.}$$

Рассчитаем скорость воздуха в пневмосепарирующем канале. Ее обычно выбирают исходя из характеристик распределения скоростей компонентов зерновой смеси. В каналах, где выделяются легкие примеси, скорость воздуха берем равной $0,7 - 0,9 \cdot V_{кр}$, от основной культуры [1].

Тогда определяем:

$$V = 0,9 \cdot 11,5 = 10,4 \text{ м/с.}$$

Расход воздуха в пневмосепарирующем канале находим по формуле:

$$Q_k = B \cdot h \cdot V, \quad (2.6)$$

где Q_k - расход воздуха в пневмосепарирующем канале, м³/с;

B - ширина пневмосепарирующего канала, мм;

h - глубина вертикального пневмосепарирующего канала, мм;

V - скорость воздуха, м/с.

$$Q_k = 0,5 \cdot 0,18 \cdot 10,4 = 0,94 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Основными параметрами воздушно-ситового сепаратора являются производительность, частота и амплитуда колебаний ситового корпуса.

Производительность сепараторов с прямолинейными колебаниями определяют по формуле:

$$(2.7)$$

где B – ширина решета, см;

q – удельная нагрузка на сита, кг/(ч см)

Для ячменя $q=50-70$.

Определим производительность сепаратора по предложенной формуле для очистки зерна, выбирая недостающие данные из технической характеристики сепаратора

Что соответствует технической характеристике сепаратора.

Значение размаха колебаний ситового корпуса рекомендуется выбирать равным половине средней длины зерна l , мм.

(2.8)

Принимаем из справочной литературы среднюю длину зерна пшеницы 6,5 мм и определим рекомендуемое значение размаха колебаний ситового корпуса.

Значение уточняется на работающей машине в зависимости от нагрузки, сепарируемого материала и других технических параметров, т. к. все учесть в теоретическом плане невозможно.

Ускорение ситового корпуса определяется по формуле:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad (2.9)$$

Откуда

$$\text{---} \quad \text{---} \quad (2.10)$$

где a – ускорение ситового корпуса,

l – средняя длина зерна, мм.

Чтобы уменьшить степень забиваемости сит, рекомендуется выбирать значения .

Определим значение ускорения ситового корпуса:

Принимаем $a = 29,5$.

Частота колебаний составит

— —

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

Мощность, необходимая для работы решётного стана, находится по формуле:

$$N = \frac{G \cdot j_0^2}{1600 \cdot n}, \quad (2.11)$$

$$N = \frac{120 \cdot 27^2}{1600 \cdot 9,36} = 5,8 \text{ кВт}.$$

Выбираем двигатель общего назначения марки АИР132М8, его мощность 6 кВт, число оборотов составляет 750 об/мин.

Произошло увеличение пропускной способности решета на 80%. Это позволяет увеличить подачу зерна на сепаратор, причем качество очистки на первом решете останется прежним. К тому же, сход примесей на второе решето уменьшится.

2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при послеуборочной обработке зерна

Управление охраной труда на любом предприятии осуществляет руководитель, в структурных подразделениях – руководители структурных подразделений в соответствии с положениями о службе охраны труда.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа, стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

Сельское хозяйство и окружающая среда неразрывно связаны между собой. В сельскохозяйственном производстве используются такие природные ресурсы, как земля, вода, лесные массивы, растительный и животный мир, тем самым оказывая влияние на окружающую среду и вызывая различные изменения.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%.

Он является главным координатором работ по вопросам охраны труда и осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего законодательства, инструкций, правил и норм по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии, транспортной и пожарной безопасности, за представлением работникам установленных льгот и компенсаций по условиям труда.

Инженер по охране труда, решает возложенные на него задачи совместно со специалистами предприятия, подчиняется непосредственно руководителю предприятия и работает под его руководством.

Проводятся следующие виды инструктажей:

- вводный инструктаж – проводится со всеми принятыми впервые на работу, в т.ч. командированными. Осуществляет инженер по ОТ и регистрируется в журнале регистрации вводного инструктажа по ОТ;

- первичный на рабочем месте – до начала производственной деятельности на рабочем месте. Осуществляет руководитель структурного подразделения и заносится в журнал регистрации инструктажа по ОТ;

- повторный инструктаж – проходят все рабочие не реже одного раза в полугодие. Осуществляется по программе первичного инструктажа на рабочем месте.

- внеплановый – проводят при введении новых правил, при изменении технических процессов и замене оборудования, при нарушении требований безопасности и по причине перерывов в работе. О проведении внепланового инструктажа делается запись в журнале регистрации с отметкой о причине проведения;

- целевой – осуществляют при проведении работ, на которые оформляется наряд-допуск, при проведении экскурсий, массовых мероприятий.

2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной обработке зерна

Помещения цеха по переработке зерна относятся к пожароопасной категории В4, так как в процессе сепарирования могут выделяться пожаро- и взрывоопасные пыли. За пожарную безопасность в цеху отвечает начальник цеха.

Основными причинами возгораний могут являться:

1. открытый огонь;
2. нарушение правил пожарной безопасности при работе;
3. нарушение правил электробезопасности.

Для обеспечения противопожарной безопасности курение производится только в отведенных для этого местах.

Сельское хозяйство и окружающая среда неразрывно связаны между собой. В сельскохозяйственном производстве используются такие природные ресурсы, как земля, вода, лесные массивы, растительный и животный мир, тем самым оказывая влияние на окружающую среду и вызывая различные изменения.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо.

После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%.

Наружное пожаротушение осуществляется из кольцевого противопожарного водопровода, оснащенного гидрантами. Установленная система тушения рассчитана на расход воды 15 л/сек. В этом случае продолжительность тушения общего пожара длится до 3 часов.

Из первичных средств пожаротушения в помещениях цеха предусмотрено наличие переносных огнетушителей марки ОУ-5, ОП-5. Дополнительными средствами тушения являются песок, асбестированная ткань.

Для любого здания, в том числе и солодильного цеха, существует угроза прямого удара молнии, от которого может возникнуть пожар, механические разрушения и поражения людей, поэтому для предотвращения данного типа опасности, необходимо наличие молниезащиты.

2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной обработке зерна

Сельское хозяйство и окружающая среда неразрывно связаны между собой. В сельскохозяйственном производстве используются такие природные ресурсы, как земля, вода, лесные массивы, растительный и животный мир, тем самым оказывая влияние на окружающую среду и вызывая различные изменения.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных

ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%. Есть опасность получить травму от движущихся частей оборудования для сортировки при контакте. Всё электрооборудование работает четырехпроводной трехфазной электросистемы, напряжение 380/220 В. Помещение сушки имеет повышенную опасность, так как там относительно высокая влажность и температура, а также токопроводящие бетонные полы. Плохая изоляция проводов или вовсе ее отсутствие являются опасными факторами. Категорически запрещается проводить ремонт при работающем или включенном оборудовании.

Большая часть оборудования имеет повышенный шум (выше 70 Дб), а также исходит вибрация при работе сеяноочистительных и сортировальных машин.

Теплогенератор марки ТАУ – 0,75 является одним из источников опасных факторов производства: работа осуществляется с предохранительным клапаном, который неисправен, системы подачи топлива

и зажигания также имеют недочеты и недостатки, запуск проводится без предварительной продувки.

Меры по защите от вредных факторов на зерноперерабатывающих предприятиях:

- меры по соблюдению режимов труда рабочих;
- меры по обеспечению пожарной безопасности при работе машины;
- меры по техническому обслуживанию теплогенераторов ТАУ-0,75;
- меры по увеличению естественного и искусственного освещения;
- наличие и правильная работа аспирационных установок;
- меры для снижения вибраций и шумов при работе на семяочистительных машинах;
- люки машин и аппаратов во время работы должны быть закрытыми.

В настоящее время в предприятии уделяется большое внимание повышению качества обработки семенного материала. Проводятся работы, которые способствуют улучшению почвенного покрова, устранению кислотности, снижению заболеваемости почв.

2.6 Физическая культура на производстве

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом,

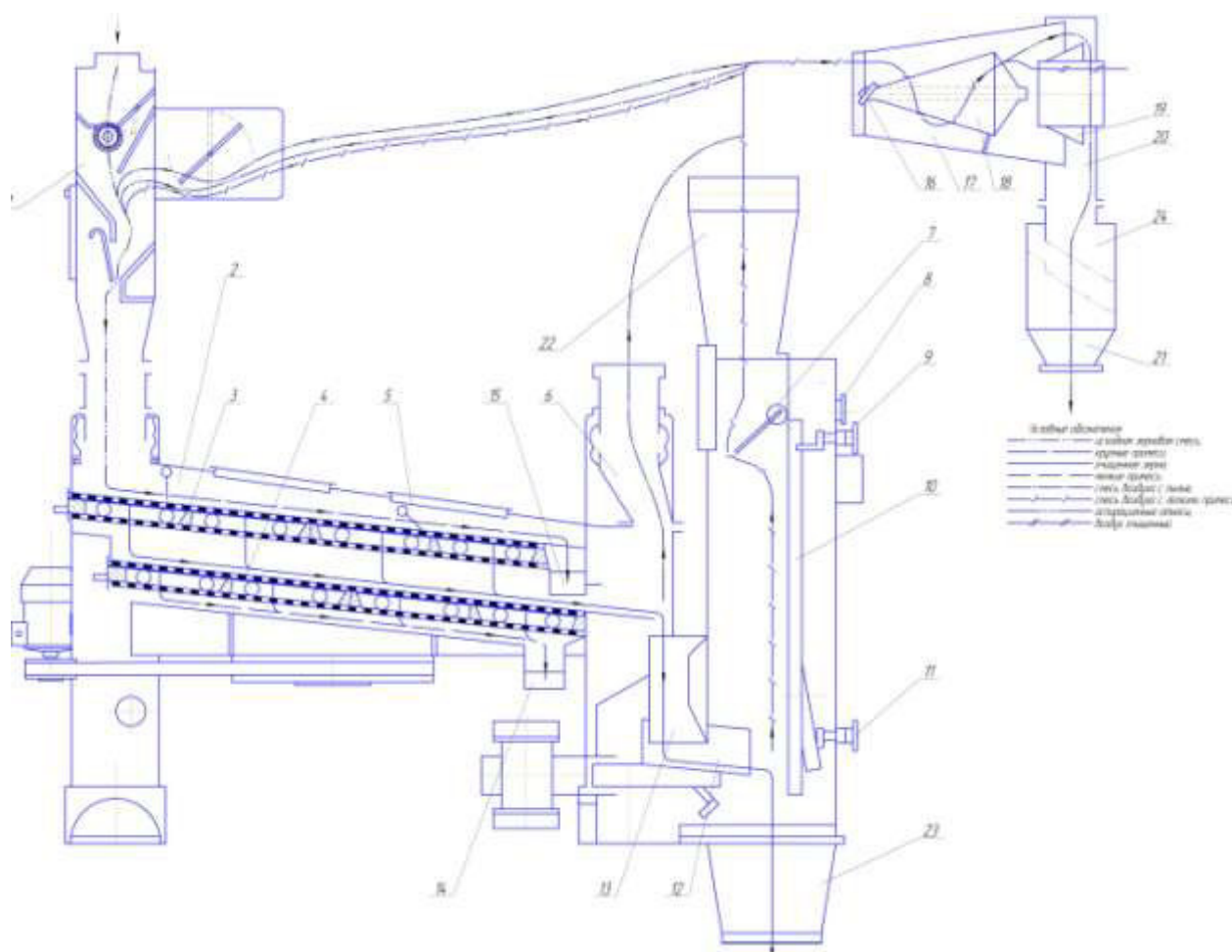
хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

Научные исследования многих ученых показали, что существует различное количество воздушно-ситовых машин отличающихся по определенным признакам. Исходя из этих исследований, нами была разработана и усовершенствована новая сепаратора. Разработанная нами конструкция сепаратора предназначена для выделения из зерна мелких и легких примесей, а также для разделения его на фракции. Данная конструкция может применяться перед сушилками с предварительным выделением мелких, легких и крупных частиц (рисунок 3.1).



					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Ситовый сепаратор		
Разраб.	Романов С.Н.						
Пров.	Дмитриев А.В.						
Н. контр	Дмитриев А.В.						
Утв.	Халицлин Д.Т.						
					Лит.	Лист	Листов
					Казанский ГАУ каф. МОА гр 2512 с		

1-загрузочная горловина; 2-клапана распределительный; 3-решето сортировочное; 4-решето подсевное; 5-фартук; 6-патрубок аспирационный; 7-клапан дроссельный; 8,9,11-рукоятки; 10-стенка подвижная; 12-вибралоток; 13-коробка приёмная; 14-лоток мелких примесей; 15-лоток крупных примесей; 16-лопасти; 17-конический корпус; 18-рассекатель; 19-отражатель; 20-сборник отходов; 21-выпускной конус; 22-переходник; 23-патрубок; 24-противоподсосный клапан.

Рисунок 3.1- Предлагаемая конструкция воздушно-ситового сепаратора

Принцип работы сепараторов следующий (рисунок 3.1). Перерабатываемый материал поступает в магнитно-аспирационную камеру из загрузочной горловины 1, затем распределяется по всей ширине канала и через распределительный клапан 2 попадает в ситовой корпус на сортировочное решето 3.

Проходя через загрузочную горловину 1, зерно подвергается воздействию дополнительного воздушного потока, который поступает через дозатор, и установлен сбоку корпуса. В результате такого воздействия происходит дополнительная обдувка зерна.

Решетный стан установки совершает круговые движения вокруг своей оси, что способствует более полному перемещиванию продукта и его сортированию.

Для того, чтобы зерно не могло попасть в отходы, в средней части кузова установлен фартук, через который крупные примеси (сход с сортировочного решета 3) выводятся из машины по лотку 15, а смесь зерна с мелкими примесями проходом через сортировочное решето 3 направляется на подсевное решето 4. Мелкие примеси (проход подсевного сита) поступают в лоток 14 и удаляются из сепаратора.

Зерно с подсевного решета поступает в питающую коробку 13, из которой она направляется на вибралоток 12, который подвешен к стенкам пневмосепарирующего канала и совершает колебательные движения в горизонтальной плоскости от электровибратора 12.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Внутри пневмосепарирующего канала установлена подвижная стенка 10, положением которой обеспечивается четкость выделения из зерна легких примесей. Перемещение верхней и нижней части подвижной стенки обеспечивается поворотом рукояток 9 и 11.

Регулирование расхода воздуха осуществляется поворотом дроссельного клапана 7 с помощью ручки 8.

Модернизированная конструкция зерноочистительного сепаратора позволит подавать зерновое сырье на очистку равномерно по времени и по длине (ширине) пневмоканала, что в свою очередь повысит производительность сепаратора, повысит степень очистки зерна за счет его очистки непосредственно на входе в рабочую зону и повысит интервалы очистки сит.

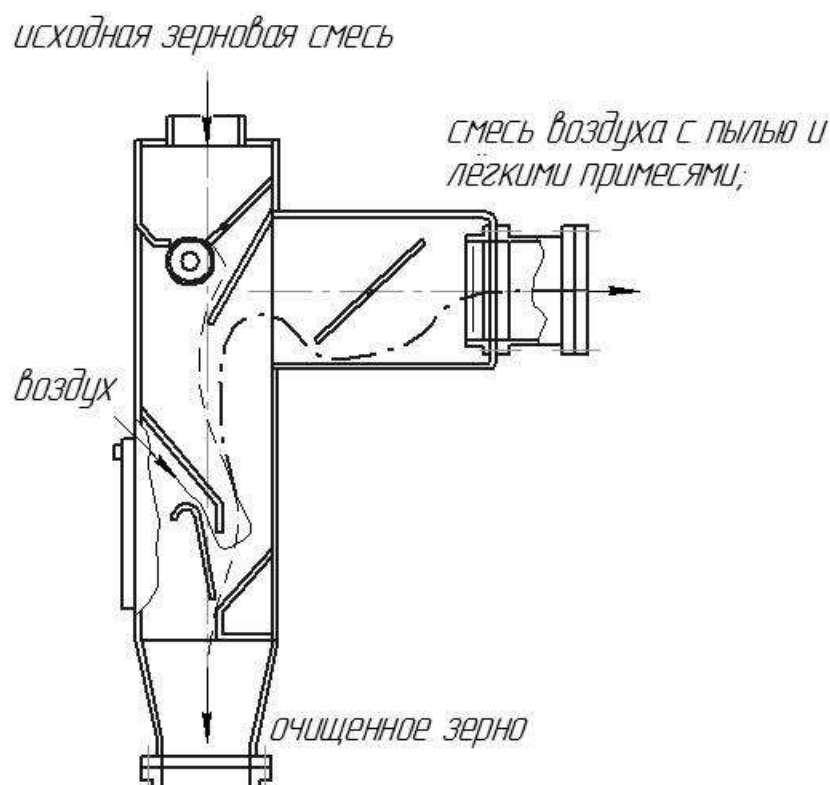


Рисунок 3.2 – Схема предлагаемого пневмосепаратора

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.2 Конструктивные расчеты

3.2.1 Расчёт мотор-вибратора

Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

Произведем расчет и выбор выбродвигателя для сепаратора.

Требуется определить вес одного из двух вращающихся грузов, и критическое число оборотов колебателя. Недостающие данные берем из технической литературы.

Найдем значение жесткости подвески с и угловой скорости :

$$\text{---} \quad (3.1)$$

где --- – модуль упругости материала подвески;

J – момент инерции сечения, ;

L – длина подвесок корпуса, мм (300мм).

Для прямоугольного сечения подвески момент инерции определяется из выражения

$$\text{---} \quad (3.2)$$

где b – ширина стальной подвески, см (5см);

h – толщина пластиковой подвески, см (0,2 см).

Таким образом

В результате подставляя в выражение для определения веса груза:

$$\frac{\quad}{\quad} \quad (3.3)$$

где A – амплитуда колебаний корпуса, мм (3,5 мм);

– вес ситового корпуса с продуктом, Н (13500Н);

Z – количество подвесок, (4);

R – радиус вращения центров тяжести балансиров вибродвигателя, мм (100мм).

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Определим значение для критической частоты вращения в условии отсутствия резонанса

$$\frac{\quad}{\quad} \quad (3.4)$$

Или в системе СИ (

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Для сообщения ситовому корпусу машины колебательного движения, потребную мощность можно, пренебрегая массами движущихся частей вибродвигателя, выразить приближенно следующей формулой:

$$\frac{\quad}{\quad} \quad (3.5)$$

где r – радиус вращения грузов, м;

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

m – масса ситового корпуса, кг;

– угол поворота вала двигателя, град.

Максимальная потребная мощность понадобится при углах поворота:

$$\frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha}{\cos \beta} \quad (3.6)$$

Так как мощность изменяется по синусоидальному закону, среднее значение ее равно

$$\frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha}{2} \quad (3.7)$$

Таким образом, для придания ситам движения необходимо два мотора-вибратора мощностью 1,2 кВт каждый.

3.2.2 Проверочный расчет подвесок

Подвески изготавливают из однонаправленного стеклопластика. Их жестко скрепляют одним концом к кузову, а другим концом к раме машины. Когда кузов совершает колебания, подвеска подвергается изгибу. Изогнутую подвеску можно рассчитать как две балки, закреплённые одним концом и каждая нагруженная силой P на расстоянии $\frac{1}{2}$ от закрепленного конца (рис.3.6) [12, стр.58].

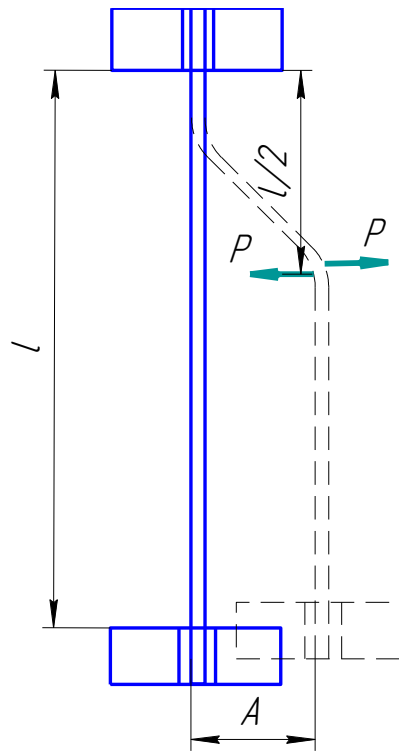


Рисунок 3.3 - Расчетная схема подвески кузова

Стрела прогиба балки равна половине амплитуды колебаний кузова.

Уравнение для стрелы прогиба такой балки следующее:

$$\frac{A}{2} = \frac{P(l/2)^2}{3EL} \quad \text{или} \quad A = \frac{Pl^2}{12EI} \quad (3.8)$$

где: A - амплитуда колебаний, м;

P - сила изгиба подвески, Н;

l - длина подвески между креплениями, м;

E - модуль упругости ;

$I = \frac{b\Delta^3}{12}$ – момент инерции сечения подвески, м⁴;

b - ширина подвески, м;

Δ - толщина подвески, м.

Прочность подвески на изгиб определяется по формуле :

$$Pl = 2W\sigma_{из} \quad (3.9)$$

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

где $W = \frac{b\Delta^2}{6}$ – момент сопротивления сечения подвески, м³;

$\sigma_{из}$ - допустимое напряжение изгиба, Па.

Из приведенных уравнений определяем

$$\sigma_{из} = \frac{3AE}{l^2} \Delta \quad (3.10)$$

Помимо изгиба подвески подвергаются растяжению от воздействия веса решётного стана, а стойки подвергаются сжатию.

Напряжение растяжения (сжатия) определяется следующим образом:

$$\sigma_{p.c} = \frac{G \cdot \cos \beta}{i \cdot b \cdot \Delta} \quad (3.11)$$

где: G - вес кузова с зерном, Н;

β - угол между вертикалью и направлением подвесок;

i - количество подвесок ;

Суммарное напряжение находится по формуле:

$$\sigma = \sigma_{из} + \sigma_{p.c} \quad (3.12)$$

Из уравнений нам видно, что с возрастанием Δ (если ширина подвески b постоянна) $\sigma_{из}$ уменьшается, а σ_{pc} увеличивается. Также меняется суммарное напряжение σ . Наименьшим σ бывает, если $\sigma_{из} = \sigma_{pc}$ или:

$$\frac{3AE}{l^2} \Delta = \frac{G \cdot \cos \beta}{i \cdot b \cdot \Delta} \quad (3.13)$$

Если решим это уравнение относительно Δ , то получаем следующее:

$$\Delta = l \sqrt{\frac{G \times \cos \beta}{3AibE}} \quad (3.14)$$

Ширину подвески принимают 0,04...0,06 м.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Определяем Δ по уравнению (3.5), находим $\sigma_{из}$, $\sigma_{р.с}$ и σ по уравнениям. Значение σ не должно превышать $80 \cdot 10^5$ Па для подвесок из дерева, для стальных подвесок значение - $500 \cdot 10^5$ Па, для стеклопластика $450 \cdot 10^5$ Па [12].

Проведем расчет подвесок кузова предлагаемого сепаратора. Подвески изготовлены из стеклопластика. Крепление к раме и кузову должно быть жестким, без шарниров.

Толщина подвески определяется из уравнения. Принимаем $l = 0,766 м, i = 4, A = 0,0091 м, b = 0,04, E = 596 МПа, \beta = 0^0$.

Чтобы провести расчеты, необходимо знать вес кузова с зерном – G , который определяется:

$$G = P_{p.c} + P_z \quad (3.15)$$

где $P_{p.c}$ – вес кузова без зерна, Н ; берем $P_{p.c} = 6800 Н$.

P_z – вес зерна, которое находится на решетном стане, Н.

Средняя толщина зерен около $0,0025 м$ [12], а плотность зерна составляет $7900 Н/м^3$. Найдем массу зерна, которая находится на решетном стане:

$$P_z = 3 \cdot m \cdot k \cdot h \cdot \rho_z \quad (3.16)$$

где: m – ширина решета у стана , принимаем $m = 0,723 м$;

k – длина решетного стана , принимаем $k = 0,912 м$;

h – толщина зерна , $h = 0,015 м$;

ρ_z – плотность зерна, $кг/м^3$;

Произведем расчеты и найдем вес решетного стана:

$$P_z = 3 \cdot 0,723 \cdot 0,912 \cdot 0,015 \cdot 7900 = 72 кг$$

$$G = 6800 + 720 = 7520 Н$$

Подставив полученные значения, определяем:

$$\Delta = 0,765 \sqrt{\frac{7520 \times 1}{3 \cdot 0,009 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 596 \cdot 10^6}} = 0,00411 м$$

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Возьмем $\Delta = 0,0041 \text{ м}$, находим суммарное напряжение по формулам:

$$\sigma_{из} = \frac{3 \cdot 0,0041 \cdot 0,009 \cdot 596 \cdot 10^6}{0,765^2} = 11,27 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\sigma_{p.c} = \frac{7520}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,0041} = 11,43 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\sigma = 1,127 \cdot 10^5 + 114,3 \cdot 10^5 = 115,43 \cdot 10^5 \text{ Па} < 450 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Полученное значение σ ниже допускаемого $450 \cdot 10^5 \text{ Па}$ [12]. Подвески, выбранные нами, полностью подходят.

3.2.3 Расчет шпоночного соединения

Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

Шпонка врезана в вал на половину своей высоты напряжения $\sigma_{см}$ распределяется равномерно по высоте и длине шпонки (рис.3.7).

Получаем условия прочности в виде:

$$\sigma_{см} = \frac{4T}{h d l_p} \leq [\sigma_{см}] \quad (3.17)$$

где : T - момент, действующий на шпонку, Н·м;

h - высота шпонки, м;

l_p - длина посадочного места, м;

d - диаметр вала, м;

$[\sigma_{см}]$ - допускаемое напряжение смятия, для посадки с натягом в чугунной ступице $[\sigma_{см}] = 200 \text{ МПа}$.

$$\tau = \frac{2T}{b d l_p} \leq [\tau] \text{ Па} \quad (3.18)$$

где b - ширина шпонки, м;

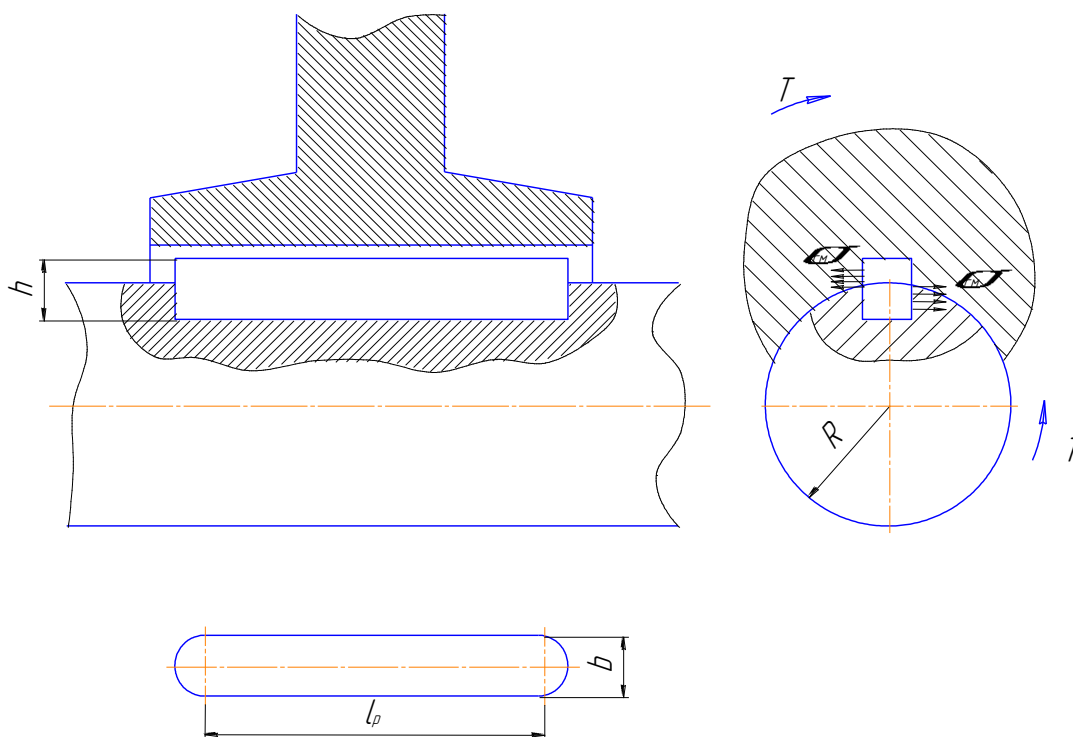


Рисунок 3.4- К расчету шпоночного соединения

У стандартных шпонок b и h подобраны так, что нагрузку соединения ограничивают не напряжения среза, а напряжения смятия. Поэтому при расчетах обычно используют только формулу.

Проведем расчет шпоночного соединения. Шпонка стандартная из шпоночной стали ГОСТ 8787-68 $6 \times 6 \times 40$ мм. Установлена на двигателе АИР 71В4УЗ, мощность которого $0,75$ кВт, число оборотов $N = 1500$,

$$T = \frac{750}{47,12} = 15,91 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим напряжение смятия по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot 159,1}{0,006 \cdot 0,04 \cdot 0,022} = 120,53 \text{ МПа}$$

Полученное значение $\sigma_{см}$ ниже допустимого 200 МПа [12].

3.2.4 Расчет клиноременной передачи

Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоров так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Расчётный диаметр меньшего шкива берется исходя из типа ремня.

Расчетным считается диаметр шкива по нейтральному слою ремня.

Диаметр большего шкива определяют исходя из заданного числа оборотов в минуту n_1 малого и n_2 большого шкива и выбранного диаметра меньшего шкива D_1 в мм по следующей формуле:

$$D_2 = \frac{D_1}{n_2} n_1 \quad (3.19)$$

Полученное значение округляют до ближайшего стандартного размера [12,стр 129].

Можно рассчитать ориентировочную длину ремня (по нейтральному слою), так как мы знаем расстояние между валами и диаметр шкивов. Она определяется:

$$L_0 = 2l_0 + 1,57 \cdot (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l_0} \quad (3.20)$$

где: l_0 - ориентировочное расстояние между валами, мм;

D_1 и D_2 – диаметры меньшего и большего шкивов, мм;

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

По таблице [12, табл. 24] , в которой приведены стандартные длины клиновых ремней, выбираем ремень ближайшей расчетной длины L в мм и подсчитываем точное расстояние l между валами:

$$L = \frac{L}{4} - 0,393(D_1 - D_2) + \sqrt{\left[\frac{L}{4} - 0,393(D_1 - D_2)\right]^2 - 0,125(D_2 - D_1)^2} \quad (3.21)$$

Найдем число ремней:

$$Z = \frac{N}{N_0 k_1 k_2} \quad (3.22)$$

где: N - передаваемая мощность, кВт;

N_0 - мощность приходящаяся на один ремень, выбирается по таблице [12,табл.25].

k_1 и k_2 –коэффициенты поправочные.

Для того, чтобы выбрать N_0 , рассчитаем сначала скорость движения ремня:

$$v = \frac{v \pi D_1}{60 \cdot 1000} \quad (3.23)$$

Для выбора коэффициента k_1 определим сначала угол обхвата ремнём малого шкива в градусах:

$$\alpha = 180 - \frac{57(D_2 - D_1)}{l} \quad (3.24)$$

Для определения значения поправочного коэффициента k_1 используем данные таблицы [12,стр.131] в зависимости от значения угла обхвата.

Коэффициент k_2 принимаем 0,8 - для условий работы зерноочистительно-сушильных пунктов.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Рассчитаем клиноременную передачу, которая входит в привод предлагаемого сепаратора. Начальные данные: электродвигатель марки АИР71В4УЗ, мощность, передаваемая электродвигателем $N = 0,75 \text{ кВт}$; число оборотов электродвигателя $n_1 = 1500 \text{ мин}^{-1}$, расстояние между малым и большим шкивами ориентировочное 600 мм ; число оборотов шкива на эксцентриковом валу $n_2 = 560 \text{ мин}^{-1}$.

Определяем диаметр большего шкива по формуле:

$$D_2 = \frac{130}{350} \cdot 1500 = 560 \text{ мм}$$

По формуле определяем расстояние между шкивами:

$$L = \frac{2360}{4} - 0,393(560 + 130) + \sqrt{\left[\frac{2360}{4} - 0,393(560 + 130)\right]^2 - 0,125(560 - 130)^2} = 599 \text{ мм}.$$

Находим необходимое для привода число ремней, по формулам:

$$v = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 10,2 \text{ м/с}$$

С помощью таблицы определяем мощность, которая приходится на один ремень [12, табл.25]. $N_0 = 1,4 \text{ кВт}$

Теперь находим угол α по формуле (3.15)

$$\alpha = 180 - \frac{57 \cdot (560 - 130)}{599} = 139 \text{ град}$$

Выбираем коэффициент k_1 равным 0,96.

Таким образом, находим необходимое число ремней Z :

$$Z = \frac{0,75}{1,3 \cdot 0,96 \cdot 0,8} = 0,81$$

Так как $z=0,81$, берем один ремень типа А-2360 ГОСТ 1284.1-80.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.2.5 Расчёт сварного соединения

Детали, которые находятся под углом 90° , привариваются тавровым методом [5-6].

Определяем необходимое допускаемое усилие для растяжения материала:

$$[P] = [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l, \quad (3.25)$$

где $[\tau_\phi]$ – необходимое допускаемое напряжение на шве при срезе, Н/м^2 ;

k – катет таврового шва при срезе;

l – длина поперечного шва; $l = 240$ см.

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.26)$$

где $[\sigma_p]$ – необходимое допускаемое напряжение при растяжении, Н/см^2 ;

$$[\sigma_p] = 1300 \text{ Н/см}^2.$$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot 1400 = 7800 \text{ Н} \cdot \text{см}^2$$

$$[P] = 7800 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 240 = 524160 \text{ Н}$$

Определяем необходимое усилие для растяжения:

$$P = \frac{2 \cdot M_\kappa}{l}, \quad (3.27)$$

где l – величина длины поперечного шва, м.

$$P = 2 \cdot 50 \cdot 10^3 / 2,4 = 41666 \text{ Н}$$

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

3.2.6 Расчёт болтовых соединений

Для проведения этого расчета применяют следующие параметры:

P_ϕ – внешняя необходимая нагрузка, которая приходится на один болт, Н.

$$P_\phi = \frac{P_{уст}}{6}, \quad (3.28)$$

где: $P_{уст}$ – вес механизма, Н.

$$P_{уст} = 800 \text{ Н}$$

$$P_\phi = 800 / 6 = 133 \text{ Н}.$$

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем расчетное усилие на механизм:

$$P_{\text{расч.}} = 2,8 \cdot P_{\text{б}} \quad (3.29)$$

где 2,8 - коэффициент, который учитывает предварительное растягивание.

Изгибающий момент на центр болта определяют по следующей формуле:

$$M_{\text{изг}} = 0,5 \cdot P_{\text{расч}} \cdot 0,5 d, \quad (3.30)$$

где d - диаметр не нарезанной части болта; определяют расчетным способом, м.

Момент сопротивления в сечении болта, определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{изг}} = \frac{d \cdot 0,8 \cdot d^2}{6} \quad (3.31)$$

Определяем расчетное усилие на механизм, который приходится на один болт:

$$P_{\text{расч}} = 2,8 \cdot 133 = 372 \text{ Н}$$

Определяем диаметр необходимого болта:

$$P_{\text{расч.}} = F \cdot \sigma_{\text{п}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sigma_{\text{п}} \quad (3.32)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 P_{\text{расч.}}}{\pi \sigma_{\text{п}}}} = \sqrt{4 \cdot 372 / 3,14 \cdot 20 \cdot 10^7} = 0,09 \text{ м}$$

где $[\sigma]_{\text{п}}$ - допустимое напряжение в центре болта; $[\sigma]_{\text{п}} = 20 \cdot 10^7 \text{ Па}$.

Прочностной расчёт при изгибе механизма определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W_{\text{изг}}} < \sigma_{\text{изг}}, \quad (3.33)$$

где $\sigma_{\text{изг}}$ - напряжение на изгиб, Па

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.4 Экономическое обоснование конструкции воздушно-ситового сепаратора

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = G_k + G_z \cdot K \quad (3.4.1)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_z – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	5	6	7
1	Загрузочный канал	150	2	300
2	Патрубок смотровой	30	4	120
3	Пневмосепарирующий канал	60	2	120
4	Патрубок	20	2	40
5	Корпус решётный	70	2	140
6	Рама	450	1	450
7	Циклон	80	2	160
8	Патрубок аспирационный	40	2	80
9	Опора	30	4	120
10	Крышка люка	30	2	60
11	Упор	30	2	60
Итого:				1650

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болты	104	0,02	2,08	200	20800
2	Болты	4	0,08	0,16	300	1200
3	Гайка	104	0,04	4,16	100	10400
4	Гайка	4	0,06	0,24	150	600
5	Шайбы	104	0,015	1,56	80	8320
6	Шайбы	4	0,025	0,1	90	360
7	Шкив ведущий	1	20	20	10000	10000
8	Шкив ведомый	1	15	15	8000	8000
9	Вибратор	2	30	60	35000	70000
10	Электродвигатель	1	25	25	50000	50000
11	Пружина	2	10	20	3000	6000
Итого:			148,3		185680	

Определим массу конструкции по формуле 3.4.1, подставив значения из таблицы 3.4.1:

$$G = (1650 + 148,3) \cdot 1,05 = 1888 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_{\text{б}} = [G_{\text{к}} \cdot C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}} + C_{\text{нд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.4.2)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_{\text{з}}$ – издержки производства приходящиеся на 1 кг, массы конструкции, руб. ($C_{\text{з}}=0,02\dots0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (принимаем $E=1,5$);

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_{\text{м}}=0,68\dots0,95$);

$C_{\text{пд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{\text{нац}} = 1,15 \dots 1,4$).

руб

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.4.3)

Таблица 3.4.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	1888	1950
Балансовая стоимость, руб.	234270	250000
Потребная мощность, кВт	6	9,5
Часовая производительность, т/ч	2,6	1,8
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	80	80
Норма амортизации, %	12,5	12,5
Норма затрат на ремонт ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	1000	1000

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.4.3)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; т/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

—
—
Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.4.4)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

—
—

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}} \quad (3.4.5)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

—
—

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.4.6)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

—
—

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{пмо} + A \quad (3.4.7)$$

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T_e \quad (3.4.8)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

руб/кг

руб./кг

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_c \quad (3.4.9)$$

где $C_{\text{э}}$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}} \quad (3.4.10)$$

где $H_{\text{рто}}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}} \quad (3.4.11)$$

где a - норма амортизации, %.

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_n \cdot k \quad (3.4.12)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_n – фондоемкость процесса, руб./кг;

k – удельные капитальные вложения, руб./кг.

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.13)$$

руб.

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.14)$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{зод}}{C_{\sigma}} \quad (3.4.16)$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.4.

Таблица 3.4.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, кг/с	1,8	2,6	144
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	138	90	65
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	5,2	2,3	44
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,108	0,072	66
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,55	0,38	69
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	100,8	64,7	64
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	114,6	73,7	64
8	Годовая экономия, руб.	9380		
9	Годовой экономический эффект, руб.	106340		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	2,4		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,4		

Как видно из таблицы 3.4.4 спроектированная конструкция воздушного сепаратора является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: менее 2,5 лет и коэффициент эффективности равен: 0,4.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации ситового сепаратора

Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоре так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

ВЫВОДЫ

В процессе разработки технологии и конструкции воздушно-ситового сепаратора для предварительной очистки зернового вороха, были использованы все необходимые агротехнические требования к качеству получения хорошего очищенного зерна. Внедрение предлагаемой нами технологии может дать наибольший экономический эффект.

Актуальность приобретает проблема совершенствования машин и оборудования, которые участвуют в послеуборочной обработке зерна, а также зерноочистительных комплексов и линий.

Предлагаемый ситовый сепаратор имеющий простоту конструкции и производительность – 2,6 т/ч, соответственно меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими машинами предварительной очистки.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данного сепаратора менее 2,5 лет, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,4, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя/В. И. Анурьев. – 8-е изд. в 3-х тт. М.: Машиностроение, 2001.
2. Булгариев Г.Г., М. «Анализ хозяйственной деятельности»: учебник / Г. Булгариев – М.: В.Ш., 2010.
3. Гортинский В. В Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. – М: Изд-во Колос, 1980. – 304 с.
4. Демский А.Б. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий – М.:Колос, 1970. - 431 с.
5. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М. Н. Ерохина. – М.: Колос, 2005. – 462с.: ил.
6. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. учреждений среднего профессионального образования. – 5-е изд., дополн. – М.: Машиностроение, 2004. – 560с., ил.
7. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.
8. Конарёв, Ф.М. Охрана труда; Москва : Изд-во Агропромиздат, 2000.- 200с.
9. Кобевник В. Ф. Охрана труда. Киев.: Высшая школа., 1990. – 240с.
10. Методическое указание по оформлению дипломного проекта. Казань, КГСХА, 1999 г.
11. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по деталям машин и основам конструирования. Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 80 с.

12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно справочное пособие. Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144 с.

13. Патент РФ № 2364449. Универсальная зерно – и семяочистительная линия/Сунцов Н.Е., Шафоростов В.Д., Домбровский С.Б., Перелюбский А. З., Турищев Н. Ф. Заявл. 18.12.2007; опубл. 20.09.2009, бюл. № 23.

14. Патент РФ № 2369081. Зерно – и семяочистительный агрегат/Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Гиевский А.М. Заявл. 28.04.2008; опубл. 10.10.2009, бюл. № 24.

15. Производственная компания «Рос-Агро» / Сепаратор типа SMA германской фирмы «Schmidt-Seeger AG» [Электронный ресурс]/ «Рос-Агро». – Воронеж, 2010. – Добавлено: 21.08.2015. Сайт: <http://rosagro2010.ru/universalnyy-aspirator-tas>.

16. Производственная компания «Байтек машинери» / Зерноочистительный сепаратор ЗСМ [Электронный ресурс]/ «Baitek Machinery» - Ярославль, 2003. – Добавлено: 20.04.2010. Сайт: <http://www.baitekmachinery.ru/grainclean/contacts/>.

17. Производственная компания «Мельинвест» /Сепараторы марки БИС и БЛС [Электронный ресурс]/ «Мельинвест» - Нижний Новгород, 2010. – Добавлено: 21.06.2012. Сайт: <http://www.roselevator.com/assets/files/a1-bis.pdf>.

18. Производственная компания «Food mechanics» / Скальператоры и камнеотделительные машины [Электронный ресурс]/ «Food mechanics» - Москва, 2012. - Добавлено: 10.04.2014. Сайт: <http://food-mechanics.ru/?p=363>.

19. Соколов, А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А.Я.Соколов. - М.:Колос, 1975. - 496 с.

20. Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности. М.: Колос, 2002.- 512 С.

21. Ямпилов, С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортировки зерна и семян / С.С. Ямпилов. Улан-Удэ, 2003. – 262 с.